

O Ciclo de Ações e a Espiral de Aprendizagem

Desde a sua concepção em 1993, até meados de 2001, o ciclo foi utilizado para ilustrar como o computador pode auxiliar o processo de construção de conhecimento. Nas oportunidades em que foi apresentado, sempre surgia uma idéia ou sugestão para melhorá-lo. Algumas eram facilmente incorporadas, outras necessitavam de mais estudos ou de mudanças conceituais.

Uma dessas sugestões levou a uma mudança no visual do diagrama e outra provocou uma diferenciação entre o ciclo de ações e a espiral de aprendizagem que acontece no crescente processo de construção do conhecimento. A questão apresentada era: “Como algo cíclico, repetitivo, como o ciclo pode explicar algo crescente como a construção de conhecimento?”. Finalmente, outras mudanças foram possíveis graças aos estudos procurando aprofundar a compreensão do papel da reflexão no processo de construção de conhecimento. Uma visão sintética dessas mudanças foi apresentada no artigo, “A espiral da aprendizagem e as tecnologias da informação e comunicação: repensando conceitos”, publicado em 2002 (Valente, 2002a) como capítulo do livro *A Tecnologia no Ensino: implicações para a aprendizagem*, organizado por Maria Cristina R.A. Joly, e que se encontra no Anexo 3.

Nesse capítulo são retomados aspectos da reflexão e da espiral para mostrar como o ciclo pode contribuir para a construção do conhecimento que acontece na interação do aprendiz com o computador. São apresentados os tópicos sobre os desafios que geraram as mudanças na concepção do ciclo, a reflexão e a depuração propiciando construção de conhecimento, a espiral de aprendizagem que acontece na relação do aprendiz com o computador, o papel do computador para a realização da espiral de aprendizagem, e a idéia de ciclo e espiral na Educação.

DESAFIOS QUE GERARAM MUDANÇAS NA CONCEPÇÃO DO CICLO

À medida que as idéias do ciclo começaram a ser divulgadas por meio de palestras, em aulas, e usadas como suporte teórico em diversas pesquisas, sempre eram apresentadas sugestões para a sua depuração. Isso aconteceu, por exemplo, nas aulas e discussões com alunos e professores do Programa de Pós-Graduação em Educação: Currículo, da PUC-SP, a partir do ano de 1997, quando iniciei minha colaboração com esse Programa. Esse contato tem contribuído para a formação do meu “lado educacional” e tem sido de fundamental importância para a compreensão do papel da informática no processo educacional, como recurso para auxiliar a aprendizagem¹.

Um dos desafios criados no contexto do Programa foi a questão do visual do diagrama do ciclo. O Programa tem uma preocupação com a emoção e a afetividade que estão presentes no processo educacional, e que têm sido enfatizadas especificamente nos trabalhos sobre a interdisciplinaridade da Profa. Ivani Fazenda e sobre a inter-relação afetivo-cognitivo da Profa. Maria Cândida Moraes. Além dessas teorias, as teorias da complexidade de Morin (1997) e da autopoiese de Maturana e Varela (1995; 1997), discutidas nos cursos, permitiam entender que a cognição não é a única estrutura responsável pela construção de conhecimento. Como afirma Moraes, a cognição – o processo de conhecer – é muito mais amplo do que a concepção do pensar, raciocinar e medir, pois envolve a percepção, a emoção, e a ação, tudo que constitui o processo de vida (Moraes, 2003).

Baseado nesses trabalhos, considerei que o fato de o diagrama utilizar somente a cabeça do ser humano e não o corpo ou o “coração” poderia deixar entender que havia um privilégio do aspecto cognitivo, deixando de lado uma outra dimensão importante, isto é, o aspecto afetivo, emocional. Assim, o diagrama foi refeito, procurando colocar a imagem de uma pessoa, com cabeça e coração, que usa o computador em vez de somente a cabeça, como havia sido originalmente concebido. Reformulado, apresenta-se com o seguinte aspecto.

¹ Nesse sentido, sou muito grato pelas oportunidades de troca de idéias e dos desafios criados pelos alunos do Programa, e pelos colegas Myrtes Alonso, Marcos Masetto, Marina Feldmann, Maria Cândida Moraes, Maria Elizabeth de Almeida, Fernando José de Almeida e Ivani Fazenda, e colegas de outras instituições que participaram dessas discussões, como Ecleide Furlaneto e Arnoldo de Hoyos.

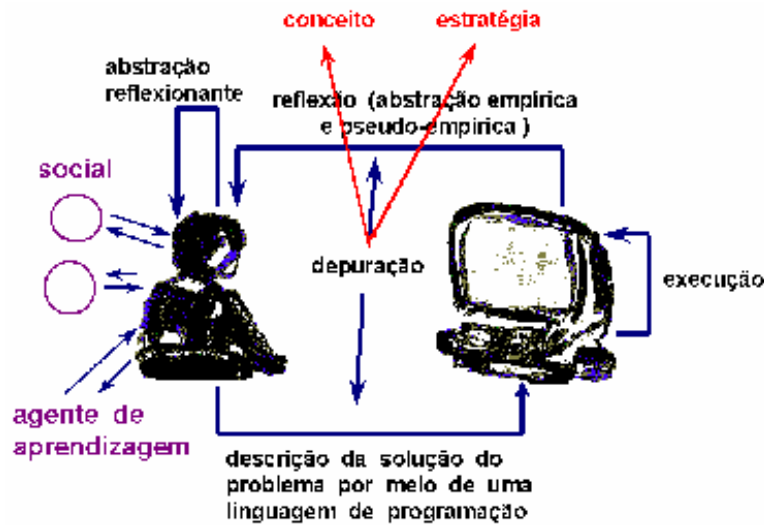


Figura 4.1– Novo visual do ciclo na interação aprendiz-computador na situação de programação

As ações são as mesmas, as figuras do usuário e do computador é que sofreram alterações.

Outra mudança substancial do ciclo foi influenciada por questões relacionadas à concepção cíclica usada para explicar algo que é sempre crescente, como o caso da construção do conhecimento. Assim, a questão posta era: “Como algo cíclico, repetitivo, que começa e termina em um mesmo ponto, pode produzir um pensamento que evolui, que não se repete?”.

Embora não tenha sido essa a intenção do ciclo – muito pelo contrário – realmente a sua idéia pode levar a tal concepção. A imagem do ciclo sugere repetição, periodicidade, uma certa ordem de fechamento, com pontos de início e fim coincidentes. Com isso, o conhecimento não poderia crescer e estaria sendo repetido, em círculo, fechado. No entanto, as definições de cada uma das ações apontavam para a possibilidade de abertura, de melhoria. A cada ciclo completado, as idéias do aprendiz deveriam estar em um patamar superior do ponto de vista conceitual. Mesmo errando e não atingindo um resultado de sucesso, o aprendiz deveria estar obtendo informações que são úteis na construção de conhecimento. Na verdade, terminado um ciclo, o pensamento não deveria ser exatamente igual ao que se encontrava no início da realização desse ciclo. Assim, a idéia mais adequada para explicar o processo mental dessa aprendizagem, era a de uma espiral. Como afirma Morin, “O circuito espiral do remoinho é, de facto, o circuito que se fecha abrindo-se e, assim, se forma e se reforma” (1997, p. 197).

Com essa idéia do circuito espiral de Morin, e com base nas teorias que já estavam sendo trabalhadas no Programa de Pós-Graduação, passei a considerar a possibilidade de usar a espiral para explicar a construção de conhecimento que acontece na interação aprendiz-computador. Porém, era necessário fazer uma distinção entre as ações que o sujeito faz e o que acontece com o seu pensamento. As ações realizadas repetem-se. Elas não mudam e continuam sendo a descrição, a execução, a reflexão e a depuração. O que deve ser alterado é a concepção como tais ações contribuem para o desenvolvimento do conhecimento, esse sim na forma de uma espiral crescente. Assim, passei a fazer a diferenciação entre o ciclo de ações descrição-execução-reflexão-depuração e a espiral de aprendizagem que acontece quando esse ciclo é colocado em ação.

A idéia da espiral de aprendizagem facilitou entender como a reflexão, proposta por Piaget (1995) e por Mantoan (1994), e a depuração, como tem sido usada na computação (Papert, 1980; Sussman, 1975), podem contribuir para o desenvolvimento do pensamento do aprendiz.

A REFLEXÃO E DEPURAÇÃO PROPICIANDO CONSTRUÇÃO DE CONHECIMENTO

As ações de reflexão e depuração acontecem a partir de uma resposta que o aprendiz obtém da execução da descrição da resolução do problema, fornecida em termos de comandos de um determinado software. Como foi mencionado no capítulo anterior, essa reflexão pode levar o aprendiz a realizar três níveis de abstrações (Piaget, 1995; Mantoan, 1994), que são de fundamental importância no processo de construção de conhecimento, como foi apresentado no artigo, “A espiral da aprendizagem e as tecnologias da informação e comunicação: repensando conceitos”, (cf. pp. 24-25 do artigo, no Anexo 3):

“...A abstração empírica é a mais simples, permitindo ao aprendiz extrair informações do objeto ou das ações sobre o objeto, tais como, a cor, o peso e a textura do mesmo. Por exemplo, o aprendiz pode não gostar da cor de um desenho produzido e alterá-la. A abstração pseudo-empírica permite ao aprendiz deduzir algum conhecimento da sua ação ou

do objeto. Por exemplo, entender que a figura obtida não é um quadrado pelo fato de não ter quatro lados iguais.

Assim, tanto as abstrações empíricas quanto as pseudo-empíricas permitem ao aprendiz depreender uma ou mais propriedades daquilo que observa e estas informações podem levá-lo a depurar o seu programa. Porém, o aprendiz ainda está muito dependente do resultado empírico obtido e as depurações decorrentes podem ser vistas como pequenos ajustes, nunca como grandes mudanças conceituais.

Mudanças conceituais e construção de novos conhecimentos são frutos da abstração reflexionante. Este tipo de abstração, segundo Piaget (1995), engloba dois aspectos que são inseparáveis: um definido como *reflexionamento*, que consiste em projetar (como em refletor) sobre um patamar superior aquilo que é extraído de um patamar inferior; o outro, que Piaget definiu como *reflexão*, é um ato mental de reconstrução ou reorganização sobre o patamar superior daquilo que é retirado e projetado do patamar inferior. Neste sentido, as informações provenientes das abstrações empíricas e pseudo-empíricas podem ser projetadas para níveis superiores do pensamento e reorganizadas para produzir novos conhecimentos.

É possível ilustrar esses diferentes níveis de abstração com o caso de o aprendiz estar interessado em utilizar os comandos da linguagem Logo para definir um programa para desenhar um quadrado. Suponha que ele já saiba que esta figura tem quatro lados. Isto pode levá-lo a definir um programa P1 que produza uma figura de quatro lados, porém formada por retas de diferentes comprimentos e com diferentes ângulos entre elas. Assim que este programa é executado, o aprendiz pode, por abstrações empíricas e pseudo-empíricas, concluir que não se trata de um quadrado já que a figura obtida não é “bonita” ou não “fecha”. Ele pode medir o comprimento das retas e estas informações serem usadas com os conhecimentos sobre os comandos que produzem retas, para concluir que os comprimentos das mesmas devem ser iguais. Essas abstrações, até mesmo a reflexionante, podem levar o aprendiz a formalizar estas idéias em termos de um conhecimento do tipo “um quadrado tem quatro lados e eles devem ser iguais”. Este novo conhecimento é usado para depurar o programa P1, produzindo P2, que desenha uma figura de quatro lados iguais. No entanto,

como os ângulos ainda não são iguais, a figura obtida ainda não é um quadrado.

Neste ponto, o ciclo da aprendizagem volta a atuar e, pelas diferentes abstrações, o aprendiz pode concluir que os ângulos também devem ser iguais. P2 é depurado, produzindo P3. Este novo programa desenha uma figura de quatro lados iguais e com ângulos entre eles também iguais, porém ainda não sendo um quadrado, pois o aprendiz não sabe que os ângulos entre as retas devem ser iguais a 90 graus.

O ângulo de 90 graus pode ser obtido nas várias tentativas que o aprendiz faz, até chegar a este número. Neste ponto, ele pode consolidar toda a sua experiência acerca de um conhecimento sobre quadrados. Como afirmam Montangero e Maurice-Naville

a reflexão enriquece notavelmente o conhecimento extraído. O resultado de uma abstração reflexionante é uma nova forma de conhecimento ou instrumento de pensamento. Esse ato criador pode conduzir a dois resultados, segundo Piaget: ou ele cria um novo esquema (instrumento de conhecimento) por diferenciação, ou ele conduz à “objetivação” de um processo de coordenação de atividades: o que era instrumento de pensamento torna-se objeto de pensamento e alarga o campo de consciência do sujeito. Vê-se, portanto, que o processo constrói tanto formas ou estruturas de raciocínio como noções (estando ambas pouco diferenciadas, na teoria de Piaget, provavelmente por ter ele insistido na natureza ativa do conhecimento).

(Montangero & Maurice-Naville, 1998, p. 93). (Valente, 2002a, pp. 24 e 25)

As dificuldades conceituais e as idas e vindas em termos de alteração do programa como foi apresentado no caso do desenho do quadrado é o que normalmente se observa quando um adulto, que não tem familiaridade com a geometria, tenta comandar a Tartaruga para fazer esse desenho, ou que acontece com uma criança de seis ou sete anos de idade, que está construindo essas noções geométricas. No entanto, observando pessoas, adultos, jovens ou crianças, usando o Logo, por exemplo, para resolver um problema que ainda não domina, é possível afirmar que as ações realizadas, guardadas

as devidas proporções, são semelhantes ao que foi descrito no caso do desenho do quadrado. As tentativas, especulações, hipóteses, adivinhações etc. acontecem em qualquer nível, com maior ou menor intensidade, quer seja no desenho de uma figura ou na simulação de um fenômeno.

Do mesmo modo, o que é observado na situação de resolução de um problema por meio da programação, também acontece no caso da elaboração de um texto ou mesmo de uma planilha. As idas e vindas na re-escrita, o recortar-colar contribuem para atingir patamares superiores do pensamento, mesmo que o produto ainda não seja perfeito. Mesmo no caso do erro (ou bug, como é usado em computação) o aprendiz está fazendo progresso do ponto de vista do seu pensamento, pois ele tem mais dados para realizar outras tentativas. O produto pode até ficar pior, mas o nível de conhecimento cresceu e continua crescendo na forma de uma espiral ou um remoinho, como afirma Morin (1997)!

ESPIRAL DE APRENDIZAGEM NA RELAÇÃO COM O COMPUTADOR

Piaget também utilizou a idéia de ciclo *assimilação-adaptação-acomodação* para explicar o processo de construção de conhecimento (Piaget, 1976). Contudo, para descrever esta característica sempre crescente e provisória das equilibrações que acontecem neste ciclo, Piaget enfatiza o aspecto *majorante*. Ele menciona que são os desequilíbrios e os conflitos as fontes de progresso do desenvolvimento do conhecimento e, uma vez perturbado, o sistema tende a se reequilibrar, porém em um nível majorante, com melhoramentos.

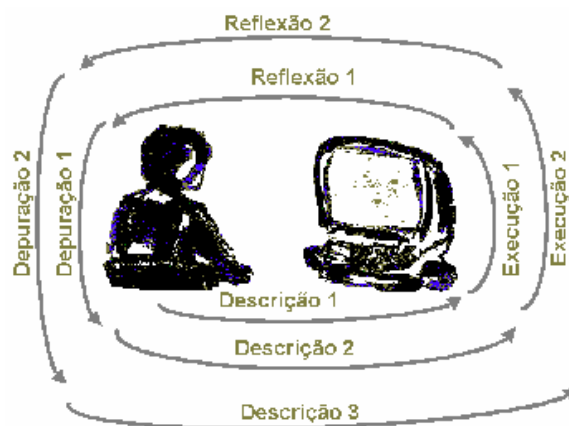
“..os desequilíbrios não representam senão um papel de desencadeamento, pois que na sua fecundidade se mede pela possibilidade de superá-los – quer dizer, sair deles. É pois evidente que a fonte real do progresso deve ser procurada na reequilíbrio, naturalmente, no sentido não de um retorno à forma anterior de equilíbrio, cuja insuficiência é responsável pelo conflito ao qual esta equilibração provisória chegou, mas de um melhoramento desta forma precedente. Entretanto, sem o desequilíbrio, não teria havido “reequilíbrio majorante” (designando-se assim a reequilíbrio com melhoramentos obtidos).” (Piaget, 1976, p. 19).

Esse constante aprimoramento do pensamento e as equilibrações majorantes são melhores representadas por intermédio de espirais em vez de ciclos. Assim, a utilização da idéia de espiral para explicar o processo de construção de conhecimento, que cresce continuamente, é mais adequada enquanto modelo do que se passa na interação

aprendiz-computador, como é feito nas páginas 29 e 30, “A espiral da aprendizagem e as tecnologias da informação e comunicação: repensando conceitos”, no Anexo 3:

“Por exemplo, a idéia de espiral está presente na elaboração dos diferentes programas P1, P2, P3, para desenhar um quadrado, descrito no tópico anterior. O programa P1 tem início a partir de um determinado nível de conhecimento de que o aprendiz dispõe sobre o problema e sobre os recursos técnicos do computador – conhecimentos sobre conceitos envolvidos no problema, os conceitos sobre o computador e os comandos da linguagem de programação, as estratégias de aplicação destes conceitos etc. Estes conhecimentos devem ser coordenados de modo que o aprendiz seja capaz de propor uma solução inicial para o problema, definido por um programa P1.

É importante notar que para elaborar P1 não é necessário



que o aprendiz saiba tudo sobre o problema ou tudo sobre o computador. P1 é definido em termos de uma compreensão inicial sobre diferentes conceitos, explicitados no programa em relação aos comandos da linguagem de programação em uso. Portanto, a atividade de elaborar P1 significa a descrição 1 dos conhecimentos de que o aprendiz dispõe em termos de comandos que o computador deve executar para que o problema seja resolvido.

A *execução1* de P1 fornece um resultado R1 que é obtido imediatamente e produzido de acordo com o que foi solicitado à máquina. Este resultado R1 é usado como objeto de *reflexão1*, podendo acarretar a depuração de P1. A *depuração1* de P1 significa produzir uma versão P2 do programa, ou seja, uma

descrição2. Esta versão P2 incorpora níveis mais sofisticados de conhecimentos, provenientes da reflexão realizada pelo aprendiz ou de novos conceitos e estratégias que o aprendiz assimilou por intermédio de consultas em livros, especialista, colegas etc. O programa P2 quando executado produz um resultado R2, que é usado como objeto de reflexão e, assim, sucessivamente. Entretanto, em cada ação do ciclo há incrementos de conhecimentos. Cada uma das ações, *descrição1*, *execução1*, *reflexão1* e *depuração1*, *descrição2...*, contribui para a formação de uma espiral crescente de conhecimento que é construída à medida que o aprendiz interage com um computador, como indicado na figura 3.

Figura 3 – Espiral da aprendizagem que acontece na interação aprendiz-computador”
(Valente, 2002a, pp.29-30)

Como já foi mencionado no capítulo anterior, embora apresentadas de modo independente e seqüencial, na prática as ações podem ocorrer simultaneamente. Essa distinção é didática. Na realidade, durante uma ação, o aprendiz pode estar pensando ou mesmo já executando uma outra. Por exemplo, durante a execução, à medida que o resultado vai sendo produzido, ele pode estar refletindo e pensando nas alterações a serem feitas. Portanto, a melhor representação dessa espiral, como propõe Morin (1997) é um remoinho onde as ações estão ocorrendo simultaneamente.

Do mesmo modo, tanto as ações cíclicas quanto a espiral de aprendizagem estão acontecendo também simultaneamente, uma alimentando a outra. Nesse sentido, a espiral não cresce se o ciclo não acontece. E o ciclo acontece quando o aprendiz está realizando um produto concreto usando as facilidades da informática, segundo a proposta do construcionismo, discutida no capítulo anterior. Portanto, é fundamental que o aprendiz esteja agindo, produzindo algo que possa ser avaliado, em termos das idéias originais, ou da proposta de projeto ou problema.

Por outro lado, o aprendiz não está só nessa tarefa já que o professor ou agente de aprendizagem pode auxiliá-lo na manutenção do ciclo em ação.

Do ponto de vista prático e, mais precisamente, do ponto de vista educacional, é impraticável pensarmos que tudo que uma pessoa deve saber tenha que ser construído de maneira individual, sem ser auxiliado. Como solução educacional, seria demasiadamente custosa e ineficaz já que o tempo para uma pessoa reconstruir os conhecimentos já acumulados seria enorme. Neste sentido, a idéia da construção, como o próprio Piaget propôs, pode ser aprimorada se utilizarmos professores ou agentes de aprendizagem preparados para ajudar os alunos (Piaget, 1998). Esse auxiliar tem, entre outras funções, a de formalizar os conceitos que são convencionados historicamente. Sem a presença do professor ou do agente de aprendizagem seria necessário que o aluno recriasse essas convenções.

No entanto, a intervenção do professor ou agente de aprendizagem é facilitada pela existência da representação das idéias do aprendiz em termos de uma linguagem precisa, como já foi mencionado. Nesse sentido, o papel do computador também é fundamental.

O PAPEL DO COMPUTADOR

O computador tem sido visto com um objeto frio, desprovido de emoção e, até mesmo “burro”, incapaz de substituir o ser humano. Essa visão ainda é comum, principalmente no meio educacional, onde pessoas céticas usam esses argumentos para descartar a presença do computador.

No entanto, se entendemos o processo de construção de conhecimento é possível verificar que são justamente essas características que fazem com que a tecnologia seja útil como recurso educacional. Certamente, não para substituir o professor, mas para ser explorado na implantação das idéias aqui propostas.

Os computadores são conhecidos pela sua capacidade de reprodução de um mesmo resultado para uma mesma ordem. Essa é uma característica literalmente cíclica, que faz com que ele seja incapaz de adicionar algo ao que foi solicitado². Essa limitação e “burrice” na verdade servem de âncora para um processo de aprendizagem que é baseado em conflitos, originados na comparação entre o que o aprendiz propõe fazer e o

² A menos que estejam sendo usados recursos de Inteligência Artificial que permitem a realização de sistemas que têm aspectos de “inteligência” ou “aprendem” e, com isto, apresentam um comportamento “novo”, inesperado.

que ele obtém como resposta da máquina. Se essa resposta não for fiel em termos do que foi solicitado, ou seja, se não funcionar como âncora, o aprendiz não terá como saber se o “erro” é de ordem mental ou originário de uma “capacidade” desconhecida da máquina. Neste sentido, se ocorre algo imprevisto, o aprendiz pode estar certo de que é de ordem mental.

Essa característica de reproduzir e de seguir fielmente as ordens é muito difícil de ser realizada por um ser humano. Ele acaba, em geral, adicionando algo ao que foi solicitado e, com isso, fazendo mais do que o aprendiz pensou; ou acaba fazendo menos, de qualquer forma criando dificuldades, que na verdade não existem na cabeça do aprendiz. O aspecto fiel, frio é atributo das máquinas e essa característica pode ser fundamental para ajudar a espelhar a mente do aprendiz.

Uma outra característica do computador é a exigência de que tudo seja explicitado em termos dos softwares existentes, obrigando que o aprendiz seja preciso na descrição do seu raciocínio. Assim, ao longo dessa tese, têm sido mencionados com muita ênfase os conceitos e as estratégias que o aprendiz utiliza para resolver um problema ou projeto. Este é o lado racional, cognitivo da resolução de um projeto. Porém, neste projeto também estão presentes aspectos estéticos que não podem ser ignorados. Estão também representados por intermédio de comandos ou atividades computacionais, e podem ser analisados de modo idêntico ao que normalmente é realizado com relação ao aspecto cognitivo. Assim, o trabalho feito com o computador resgata o aspecto estético dos produtos elaborados pelo aprendiz, o que, normalmente, não tem sido valorizado pela escola tradicional. À medida que os recursos para combinar textos, imagens, animação estão se tornando cada vez mais fáceis de ser manipulados e explorados, é possível entender como as pessoas expressam estes sentimentos por intermédio dos softwares. Representar e explicitar esse conhecimento estético constitui o primeiro passo para compreender o lado afetivo que, na Educação, tem sido sobrepujado pelo aspecto cognitivo, racional. Nesse sentido, as teorias trabalhadas no Programa de Pós-Graduação não só serviram para influenciar as mudanças na concepção do ciclo, como as atividades computacionais que as pessoas realizam permitem que essas teorias sejam implementadas e verificadas do ponto de vista prático.

Finalmente, a ação de depuração nasceu vinculada à área computacional (Sussman, 1975) e é uma característica fundamental no desenvolvimento de produtos realizados por meio do computador. O erro pode ser desfeito, sem prejuízos, bastando retornar ao estado anterior. Achar e corrigir erros (ou *bugs* na linguagem computacional) constitui uma oportunidade única para o aprendiz entender o que está fazendo e pensando. Além disso, a depuração pode criar oportunidades para o professor ou agente de aprendizagem trabalhar em um nível metacognitivo como o aprender-a-aprender, o pensar-sobre-o-pensar.

A depuração, como foi mencionado, implica na busca de novas informações em termos de conceitos e estratégias, de modo que o “erro” possa ser eliminado. Por outro lado, a depuração oferece a oportunidade do professor trabalhar as idéias sobre o *aprender-a-aprender*. Isso acontece quando o professor ou agente de aprendizagem usa a depuração para trabalhar e explicitar as estratégias que o aprendiz utiliza para buscar e selecionar a informação pertinente, e discute sobre qual processo o aprendiz usou para converter essa informação em conhecimento. Portanto, nessa situação o que está em questão não é o conteúdo que foi aprendido, mas como isso aconteceu, que estratégias de aprendizagem foram usadas.

Por outro lado, a tarefa de encontrar a informação e depurar o pensamento pode criar também oportunidades para discutir o *pensar-sobre-o-pensar*, uma vez que as atividades computacionais podem ser vistas como uma representação do raciocínio que o aprendiz usa para resolver um problema. Essas atividades podem ser analisadas em termos da efetividade das idéias, estratégias e estilo de resolução de problema. Neste caso, o aprendiz começa a pensar sobre seus mecanismos de raciocínio e sobre a resolução do problema. Mais ainda: se as diferentes versões de cada atividade computacional forem registradas – arquivando-se cada uma das versões produzidas –, esses registros constituirão um rastro intelectual, permitindo seguir o processo pelo qual o aprendiz construiu os conceitos e estratégias envolvidas na sua atividade.

Mas tudo isso não acontece de graça e muito depende da capacidade e preparo do professor ou agente de aprendizagem. Infelizmente, uma das tristes constatações é que a idéia de ciclo e de espiral está muito presente nas áreas empresariais e organizacionais. Na educação ela é rara!

A IDÉIA DE CICLO E ESPIRAL NA EDUCAÇÃO

A idéia de ciclo – de movimentos contínuos para novas compreensões – é central nas teorias interacionistas que propõem a aprendizagem como um processo de construção do conhecimento por intermédio da interação do sujeito com o seu meio. Esta idéia de ciclo está presente em teorias formuladas por autores como Piaget (1976), Vygotsky (1991), Wallon (1989), D'Ambrosio (1986) e Kolb (2005).

Piaget foi quem mais estudou o processo de construção do conhecimento que acontece na relação do sujeito com outros sujeitos e/ou objetos, explicando esta construção por intermédio do ciclo *assimilação-adaptação-acomodação*. Para D'Ambrosio, a evolução intelectual pode ser explicada pelo ciclo *realidade-reflexão-ação-realidade*, em que se enfatiza a relação dialética desenvolvida na interação do sujeito (indivíduo) com a realidade (sócio-cultural). Em termos de teoria de aprendizagem, David Kolb (2005) propõe um modelo de aprendizagem baseada em ciclos, Learning Cycle (LC), definido com as ações *experiência-reflexão-conceitualização-planejamento*. O livro de Jiron Matui, *Construtivismo: teoria construtivista sócio-histórica aplicada ao ensino* (Matui, 1995), dedicado a explicar as teorias de Piaget, Vygotsky e Wallon para educadores, usa a concepção de espiral para ilustrar como se dá o processo de conceituação, desde a ação sensório-motora. Segundo esse autor, “O pensamento se movimenta em espiral, da ação sensório-motora para a reflexão conceitual: o material tomado do plano A (conhecimento físico) é reconstruído no plano B (conhecimento lógico-matemáticos e social arbitrários)” (Matui, 1995, p. 106).

O fato de essas teorias serem usadas como suporte às práticas pedagógicas, como constatou Mizukami (1986), é estranho que as idéias de ciclo e espiral não sejam muito difundidas na Educação e não fazem parte da prática que os professores desenvolvem com si próprios, como aprendizes, ou com seus alunos. Matui (1995), por exemplo, dedica diversos tópicos do seu livro para discutir o papel do erro em uma situação educacional baseada nas concepções interacionistas. No entanto, o erro ainda permanece, no atual processo educacional, como algo que deve ser desencorajado e, pior, punido. Por outro lado, uma educação baseada no ciclo de ações, o erro é o desencadeador das ações de reflexão e depuração.

Na prática, os professores têm muita dificuldade para trabalhar com a idéia de ciclo pela falta de experiência com essa concepção. Isso foi notado em dois estudos, conduzidos sobre a idéia de ciclo em atividades que professores realizam, usando ou não computadores. O primeiro permitiu observar que a noção de ciclo não foi identificada nas atividades que os professores realizam com o computador. Essa constatação foi feita com cerca de 50 professores no ensino fundamental, participantes do *Curso de Especialização em Desenvolvimento de Projetos Pedagógicos com Uso das Novas Tecnologias*, financiado pelo Programa Nacional de Informática (ProInfo) da Secretaria de Educação a Distância do Ministério de Educação e realizado pelo Programa de Pós-Graduação em Educação: Currículo, da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP). Esses professores utilizaram o Logo, Word, navegaram na Internet, como parte das disciplinas previstas no curso. Além disso, ainda como parte das atividades previstas, tiveram que trabalhar com alunos ou com colegas usando esses softwares, procurando entender o papel que devem desempenhar na função de agentes de aprendizagem, como descrito anteriormente. Depois de terem tido essas experiências, foram solicitados a descrever como explicariam o processo de elaboração de um programa ou de um texto, desde a sua concepção inicial até a sua produção final. Esses professores mencionaram o uso de tentativa e erro, de pensar primeiro e depois fazer, ou ir fazendo e observando se o produto estava adequado. Ninguém mencionou que essa produção pode ser fruto de ações cíclicas que acontecem na sua interação com a máquina ou na interação do aluno com a máquina. Somente após a leitura de textos e discussões sobre as questões do ciclo é que eles passaram a atentar para a sua interação e a dos seus alunos com o computador, notando que, de fato, podiam ser explicadas em termos do ciclo.

O segundo estudo mostrou que, embora as noções sobre o ciclo não sejam intuitivas e não se originem da atividade que professores desenvolvem usando o computador, elas passam a ser observadas por esses professores se eles tomam consciência da noção do ciclo. Nesse caso, eles observam a presença do ciclo de ações e da espiral de aprendizagem acontecendo em outros contextos, mesmo não envolvendo o computador. Esse estudo foi realizado com alunos do curso de Pós-graduação em Multimeios, do Instituto de Artes da Unicamp, AM 627 – “Seminários Avançados III: Estudo do ciclo de aprendizagem que acontece na interação aprendiz-computador”. A proposta foi verificar a existência ou não do ciclo na interação aprendiz-computador usando diferentes softwares como tutoriais, softwares de simulação, linguagem de programação, atividades de

educação a distância. Os resultados desse estudo mostram que, dependendo dos softwares a presença do ciclo é mais fácil de ser observada. Em geral, estes alunos não só observaram a existência do ciclo nas interações com os softwares como em outras situações do dia-a-dia que não usam o computador. Os artigos produzidos sobre essas análises estão disponibilizados no site elaborado pelos alunos (Disciplinas na Web, 2005).

Esses estudos indicam que a idéia de ciclo de ações não é facilmente identificada na realização de atividades computacionais ou em atividades que não se utilizem do computador. Porém, quando a noção do ciclo de ações é discutida e explicitada, as pessoas passam a identificá-lo nas atividades que realizam, usando ou não o computador.

No caso de estudos sobre o uso do computador na educação, alguns autores mencionam a interação que se estabelece entre aluno e o computador. Esse é o caso do trabalho realizado por Jean Healy (1998) que faz referência ao “feedback loop” que se estabelece entre os usuários e o computador. No entanto, essa noção de feedback não é explicitada em termos das ações de descrição, execução, reflexão e depuração que foram associadas à noção de ciclo, que acontece nessa interação com o computador.

Embora a noção de ciclo de ações não seja uma idéia difundida no meio educacional, ela é bastante usada na Administração e na Organização de Empresas, como mostra o estudo realizado sobre o uso do ciclo em diferentes áreas do conhecimento. Nessas áreas, são encontradas diversas publicações ou mesmo teorias, como a proposta por Peter Senge (1990) ou por Kellie Wardman (1996) que trabalham a idéia de ciclo para discutir como as organizações aprendem. O modelo de Kolb é utilizado por outros pesquisadores, mesmo da área de Administração, como encontrado no site *General Practice Training* (2005). As empresas estão bastante conscientes da importância da aprendizagem, principalmente sobre a aprendizagem do adulto (Learnativity, 2005). Assim, a idéia de ciclo de aprendizagem parece bastante difundida na área de administração e no treinamento de adulto, e muito pouco ou quase nada na educação ou formação inicial.

A utilização da noção de ciclo na área empresarial, principalmente relacionada ao aspecto de aprendizagem nas organizações, é uma indicação da importância dessas idéias. Esse

fato, juntamente com o que tem sido discutido ao longo dessa tese sobre o papel do ciclo na aprendizagem, constituem argumentos para que as noções de ciclo e de espiral de aprendizagem sejam mais exploradas na Educação. Nesse sentido, as atividades computacionais, o ciclo de ações e a espiral de aprendizagem que acontecem na interação aprendiz-computador, poderiam ajudar os educadores a tornarem essas idéias mais tangíveis, mais concretas de modo que pudessem tomar consciência da existência do ciclo e colocá-lo em prática, incorporando-o às suas práticas pedagógicas.

CONCLUSÕES

As idéias do ciclo de ações descrição-execução-reflexão-depuração sofreram diversas mudanças desde sua concepção no ano de 1991. Algumas mudanças substanciais aconteceram nos últimos cinco anos, depois que comecei a interagir com os alunos e os professores do Programa de Pós-Graduação em Educação: Currículo da PUC-SP. Inicialmente, o ciclo explorou o lado mais computacional, relacionado com a capacidade de representação do pensamento que estes oferecem e, gradualmente, foi tendendo para explorar os aspectos educacionais e de aprendizagem e, mais recentemente, os aspectos estéticos, fruto das discussões nas áreas da interdisciplinaridade e inter-relação emocional-cognitivo que têm sido trabalhadas no Programa.

Foram mudanças importantes e que permitiram diferenciar a questão do ciclo de ações que acontece quando o usuário realiza um produto por intermédio do computador e a espiral de aprendizagem que o usuário experiencia quando tais ações são colocadas em prática. Ela acontece graças às ações da reflexão e da depuração, como foram discutidas nos tópicos acima.

Claro que essa espiral não se realiza simplesmente colocando-se o aprendiz diante do computador. O ciclo de ações pode ser auxiliado pela presença do professor ou agente de aprendizagem. Por outro lado, a explicitação das ações e do papel que o computador desempenha permite entender o que o agente deve realizar para manter o ciclo em ação e, por conseguinte, o aluno incrementando o seu conhecimento na forma de uma crescente espiral de aprendizagem.

A explicitação das ações permite entender também o papel do computador na construção do conhecimento, que dispõe de certas características não encontradas nos objetos

tradicionais estudados por Piaget, por exemplo, ou nos seres humanos. Para manusear o computador, o usuário tem que dar ordens a ele, e estas ordens ainda são feitas por meio de descrições precisas, usando algum tipo de software, como linguagens de programação, planilhas de cálculo, processadores de texto etc. Essa ordem é executada e, diferentemente dos seres humanos, as respostas dadas pelo computador são fiéis, desprovidas de qualquer animosidade ou afetividade que possa haver entre o aprendiz e a máquina. O computador não adiciona qualquer informação nova ao que foi fornecido. Assim, se houver qualquer engano no resultado do funcionamento do mesmo, este só poderá ser produto do próprio pensamento de quem forneceu as ordens.

Assim, existem especificidades dos computadores que fazem com que haja realmente um grande incentivo para que eles sejam usados na Educação. Podem tornar mais explícito e mais tangível a idéia de ciclo, favorecendo a sua inclusão nas atividades pedagógicas. Porém, o que os estudos mostram é exatamente o contrário. Outras áreas do conhecimento, como a Administração e a Organização de Empresas, e mesmo as teorias sócio-interacionistas que explicam o processo de construção de conhecimento, já se apropriaram da idéia de ciclo. Os professores, porém mantêm-se ao largo, não incorporando ainda essas idéias em suas práticas pedagógicas. O desafio, portanto, é como auxiliar os professores para que se apoderem dessas idéias e incorporem em suas práticas de sala de aula!

No próximo capítulo são discutidas algumas implicações do ciclo, em termos de propostas de atividades que podem ajudar os educadores a implantar essas idéias.

[Na próxima página encontra-se a Ficha Catalográfica da tese.](#)



FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DO IA. - UNICAMP

V234e	Valente, José Armando.
-------	------------------------

A espiral da espiral de aprendizagem: o processo de compreensão do papel das tecnologias de informação e comunicação na educação. / José Armando Valente. – Campinas, SP: [s.n.], 2005.

Tese (Livre Docência) - Universidade Estadual de Campinas.
Instituto de Artes.

1. Informática na educação. 2. Tecnologia educacional.
3. Conhecimento. 4. Tecnologias de informação. 5. Aprendizagem
I. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Artes.
II. Título.

Palavras-chave em inglês (Keywords): education, communication, information, technology

Área de concentração: Comunicação Social

Titulação: Professor Livre Docente

Banca examinadora:

Prof. Dr. Ivan Santo Barbosa

Prof. Dr. Ubiratan D'Ambrosio

Prof. Dr. Marcos Masetto

Profa. Dra. Ivani Catarina Fazenda

Prof. Dr. Lino de Macedo

Data da defesa: 14 de Abril de 2005